

IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE

Re: Application of: **Wolfgang HILL et al.**
Serial No.: To Be Assigned
Filed: Herewith
For: **ELECTROMAGNETIC FRICTION CLUTCH**

LETTER RE: PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

April 7, 2004


Sir:

Applicant hereby claims priority of German Patent Application No. 103 15 823.5, filed April 70, 2003. Also enclosed herewith is a certified copy of the priority document.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By



William C. Gehris
Reg. No. 38,156

Davidson, Davidson & Kappel, LLC
485 Seventh Avenue, 14th Floor
New York, New York 10018
(212) 736-1940

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 15 823.5
Anmeldetag: 07. April 2003
Anmelder/Inhaber: LuK Lamellen und Kupplungsbau Beteiligungs KG,
77815 Bühl/DE
Bezeichnung: Elektromagnetische Reibkupplung
IPC: F 16 D 27/10

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trademark Office.

Dzierzon

LuK Lamellen und Kupplungsbau
Beteiligungs KG
Industriestrasse 3
77815 Bühl

0807 DE

Patentansprüche

1. Elektromagnetische Reibkupplung, mit wenigstens zwei relativ zueinander verdrehbar gelagerten Kupplungsteilen, die durch die magnetische Kraft eines in den Kupplungsteilen in einem weichmagnetischen Werkstoff geführten Magnetkreises aneinander anpressbar sind, wobei in dem Magnetkreis mindestens ein Elektromagnet zum Verändern des magnetischen Flusses in den Kupplungsteilen angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnetkreis in den Kupplungsteilen derart geführt ist, dass der magnetische Fluss an mindestens zehn in Flussrichtung hintereinander angeordneten Flussübergangsstellen zwischen den Kupplungsteilen wechselt.
2. Elektromagnetische Reibkupplung nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, insbesondere nach Anspruch 1, wobei der Magnetkreis in den Kupplungsteilen derart geführt ist, dass der magnetische Fluss an mindestens fünf in Flussrichtung hintereinander angeordneten Flussübergangsstellen zwischen den Kupplungsteilen wechselt, dadurch gekennzeichnet, dass der weichmagnetische Werkstoff zumindest abschnittsweise als Blechpaket mit quer zur Flussrichtung elektrisch gegeneinander isolierten Schichten ausgebildet ist.

3. Elektromagnetische Reibkupplung nach dem Oberbegriff von Anspruch 2, insbesondere nach Anspruch 1 und/oder 2, wobei der Elektromagnet eine Spule und einen weichmagnetischen Kern aufweist, und wobei der Magnetkreis zwischen dem weichmagnetischen Kern und wenigstens einem der Kupplungsteile Luftspalte aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des magnetischen Flusses in wenigstens einem Luftspalt mindestens fünf mal so groß ist wie der kleinste Flussquerschnitt in dem weichmagnetischen Werkstoff des Magnetkreises.

10

4. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des magnetischen Flusses in den Luftspalten mindestens sechs, gegebenenfalls sieben, insbesondere acht und bevorzugt zehn mal so groß ist wie der kleinste Flussquerschnitt in dem weichmagnetischen Werkstoff.

15

5. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Kupplungsteil mindestens zwei aufeinander zu- und voneinander weg bewegbare Klemmbacken aufweist, dass ein zweites Kupplungsteil zwischen diesen Klemmbacken angeordnet ist, und dass der weichmagnetische Werkstoff der Kupplungsteile derart angeordnet ist, dass der magnetische Fluss mindestens einmal von der einen Klemmbacke durch das zweite Kupplungsteil zu der anderen Klemm-

20

backe und gegebenenfalls von dieser zurück durch das zweite Kupplungsteil zu der zuerst genannten Klemmbacke wechselt.

- 5
6. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Kupplungsteil wenigstens einen nicht ferromagnetischen Träger aufweist, an dem mehrere voneinander beabstandete, jeweils mindestens zwei Flussübergangsstellen miteinander verbindende, aus dem weichmagnetischen Werkstoff gebildete Flussleitkörper angeordnet sind.

10

7. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Flussleitkörper einen etwa U-förmigen Querschnitt aufweisen und mit den freien Enden ihrer U-Schenkel den Flussübergangsstellen zugewandt sind.

15

8. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Flussleitkörper mit ihrem U-förmigen Querschnitt entlang mindestens einer zu einer Rotationsachse wenigstens eines der Kupplungsteile konzentrischen Kreisbahn erstrecken und vorzugsweise ringförmig um diese Rotationsachse umlaufen.
- 20

9. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Flussleitkörper auf zueinander etwa konzentrischen Kreisbahnen in unterschiedlichen Abständen zur Rotations-

achse angeordnet sind und dass die Querschnittsfläche der Flussleitkörper in einer Ebene, die durch die Rotationsachse und eine Normale auf die Rotationsachse aufgespannt ist, mit zunehmendem Abstand von der Rotationsachse abnimmt, derart, dass in dem durch die Flussleitkörper gebildeten Abschnitt des Magnetkreises die magnetische Flussdichte in etwa konstant ist, und dass dazu vorzugsweise die Anzahl der Schichten der Blechpakete der Flussleitkörper in radialer Richtung von innen nach außen abnimmt.

10 10. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungsteile Reibbeläge aufweisen, und dass der Reibbelag bei wenigstens einem Kupplungsteil zwischen den U-Schenkeln der Flussleitkörper angeordnet ist.

15 11. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Kupplungsteil als zwischen den Klemmbacken angeordnete dünne Scheibe ausgebildet ist, die vorzugsweise Schlitze aufweist, die sich in dem weichmagnetischen Werkstoff in mehreren Reihen nebeneinander vorzugsweise auf zu der Rotationsachse etwa
20 konzentrischen Kreisbahnen erstrecken, und dass in den Schlitzen gegebenenfalls ein Reibbelag angeordnet ist.

12. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitze Unterbrechungen aufweisen, an

denen Stege durch aus dem weichmagnetischen Werkstoff gebildete, vorzugsweise etwa radial zur Rotationsachse verlaufende Querstege miteinander verbunden sind.

- 5 13. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromagnet mit ortsfester Spule ausgebildet ist, und dass die Kupplungsteile auf einer gemeinsamen Welle relativ zur Spule und relativ zueinander verdrehbar gelagert sind.
- 10 14. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftspalte zwischen dem stationären Kern und den Kupplungsteilen derart angeordnet sind, dass sie etwa radial zur Rotationsachse vom magnetischen Fluss durchsetzt werden.
- 15 15. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Klemmbacken durch eine Verzahnung oder dergleichen Führungselement bezüglich der Rotationsachse drehfest aber axial verschiebbar miteinander verbunden sind.
- 20 16. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass eines der Kupplungsteile drehfest mit einer Welle, insbesondere einer Nockenwelle eines Verbrennungsmotors, verbunden und das andere Kupplungsteil als Rad ausgebildet ist, dass an seinem Außenumfang eine Angriffsstelle für einen Riemen, eine Kette oder

dergleichen Zugmittel aufweist, das vorzugsweise mit einer Kurbelwelle des Verbrennungsmotors in Antriebsverbindung steht.

17. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
5 dadurch gekennzeichnet, dass in dem magnetischen Kreis mindestens ein Permanentmagnet zur Erzeugung eines magnetischen Flusses angeordnet ist, und dass der Elektromagnet zur Schwächung und/oder Verstärkung des von dem mindestens einen Permanentmagnet in dem magnetischen Kreis erzeugten magnetischen Fluss ausgebildet ist.

10

18. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des magnetischen Flusses in dem Permanentmagnet mindestens sechs, gegebenenfalls sieben, insbesondere acht und bevorzugt zehn mal so groß ist wie der kleinste Fluss-
15 querschnitt in dem weichmagnetischen Werkstoff.

15

19. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Permanentmagnet zwischen dem weichmagnetischen Werkstoff und wenigstens einem Luftspalt
20 angeordnet ist, derart, dass er mit seinem einen Magnetpol dem Luftspalt und mit seinem anderen Magnetpol dem weichmagnetischen Werkstoff zugewandt ist.

20

20. Elektromagnetische Reibkupplung nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein Geberelement derart mit den Kupplungsteilen verbunden ist, dass es bei einem Verdrehen der Kupplungsteile relativ zueinander relativ zu beiden Kupplungsteilen bewegt, und dass zur indirekten Messung des Verdrehwinkels zwischen den Kupplungsteilen ein Sensor zur Lageerfassung des Geberelements vorgesehen ist.

21. Elektromagnetische Reibkupplung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Geberelement jeweils über eine Schiebeführung verschiebbar mit den einzelnen Kupplungsteilen verbunden ist, dass die Schiebrichtungen der Schiebeführungen derart schräg zueinander verlaufen, dass sich das Geberelement auf die Kupplungsteile zu- oder von diesen wegbewegt, wenn die Kupplungsteile relativ zueinander verdreht werden, und dass der Sensor zur Messung des Verschiebewegs des Geberelements vorzugsweise als Abstandssensor ausgebildet ist.

22. Elektromagnetische Reibkupplung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Schiebeführung derart ausgebildet ist, dass ihr Verschiebeweg entlang einer wendelförmigen, zur Rotationsachse wenigstens eines der Kupplungsteile coaxialen Bahnkurve verläuft, und dass die an dem anderen Kupplungsteil angeordnete Schiebeführung vorzugsweise als Linearführung ausgebildet ist, deren Verschiebeweg in Erstreckungsrichtung der Rotationsachse verläuft.

23. Elektromagnetische Reibkupplung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Geberelement als Ringelement ausgebildet ist, das etwa konzentrisch zu einer Rotationsachse wenigstens eines Kupplungsteils angeordnet ist.

LuK Lamellen und Kupplungsbau
Beteiligungs KG
Industriestrasse 3
77815 Bühl

0807 DE

Elektromagnetische Reibkupplung

- 5 Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Reibkupplung nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Eine derartige Reibkupplung für einen Rasenmäher ist aus EP 0 537 022 B1 bekannt. Sie weist ein auf einer Antriebswelle eines Motors angeordnetes, etwa
10 topfförmig ausgebildetes erstes Kupplungsteil und ein parallel zum Boden des topfförmigen Kupplungsteils angeordnetes zweites Kupplungsteil auf, das etwa scheibenförmig ausgebildet ist. Das zweite Kupplungsteil ist über Blattfedern
drehfest mit einer mit einem Schneidmesser in Antriebsverbindung stehenden
Riemenscheibe verbunden, die ebenfalls auf der Antriebswelle angeordnet ist
15 und mittels einer Lagerung relativ zu dieser verdrehbar ist. Das zweite Kupplungsteil ist axial zur Antriebswelle relativ zu dem ersten Kupplungsteil verschiebar und in eine eingerückte Position, in der es reibschlüssig an dem ersten Kupplungsteil anliegt, und eine ausgerückte Position bringbar, in der es von dem ersten Kupplungsteil beabstandet ist. Zum Einrücken des zweiten Kupp-
20 lungsteils ist ein Elektromagnet vorgesehen, der ein Feldgehäuse und eine Spule zum Erzeugen eines magnetischen Flusses aufweist. Das Feldgehäuse

ist Teil eines die Kupplungsteile durchsetzenden Magnetkreises, der in einem weichmagnetischen Werkstoff und durch Luftspalte verläuft. Der Magnetkreis ist derart in den Kupplungsteilen geführt, dass der magnetische Fluss an sechs in Flussrichtung hintereinander angeordneten Flussübergangsstellen zwischen den Kupplungsteilen wechselt. Die Reibkupplung hat den Nachteil, dass die 5 Zeitdauer für das Umschalten der Reibkupplung zwischen der eingerückten („Haften“) und der ausgerückten Stellung („Rutschen“) noch relativ groß ist. Die Reibkupplung ist deshalb für Anwendungen, bei denen ein schnelles Ein- und Auskuppeln erforderlich ist, praktisch nicht geeignet. Da die relativ zu einander 10 verdrehbaren Kupplungsteile keine definierte Drehlage zueinander aufweisen, ist die Kupplung außerdem für Anwendungen, bei denen ein vorgegebener Verdrehwinkel zwischen den Kupplungsteilen eingestellt werden muss, nicht verwendbar.

15 Es besteht deshalb die Aufgabe, eine Reibkupplung der eingangs genannten Art zu schaffen, die ein schnelles Ein- und Auskuppeln und/oder eine einfache Erfassung eines zwischen den Kupplungsteilen vorhandenen Verdrehwinkels ermöglicht.

20 Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Danach ist der Magnetkreis in den Kupplungsteilen derart geführt, dass der magnetische Fluss an mindestens zehn in Flussrichtung hintereinander angeordneten Flussübergangsstellen zwischen den Kupplungsteilen wechselt. In vorteilhafter Weise wird durch diese ungewöhnlich große Anzahl von Flussübergangsstellen

auch bei einem relativ kleinen Flussquerschnitt in dem weichmagnetischen Werkstoff eine für den Reibungseingriff der Kupplungsteile ausreichende Kraft ermöglicht. In dem Magnetkreis muss also für den Auf- oder Abbau eines magnetischen Flusses nur ein relativ kleines Volumen magnetisiert und damit eine relativ kleine Energie aufgebracht werden, d. h. der magnetische Fluss in dem Magnetkreis kann durch entsprechendes Bestromen der Spule des Elektromagneten schnell geändert werden. Dadurch wird eine hohe Verstell-
5 dynamik der Reibkupplung ermöglicht. Der weichmagnetische Werkstoff kann auch ein Pulververbundwerkstoff sein.

10

Die vorstehend genannte Aufgabe wird auch mit den Merkmalen des Patentanspruchs 2 gelöst. Dieser sieht vor, dass der weichmagnetische Werkstoff zumindest abschnittsweise als Blechpaket mit quer zur Flussrichtung elektrisch gegeneinander isolierten Schichten ausgebildet ist. In vorteilhafter Weise wird durch diese Maßnahme auch bei einem schnellen Ein- und/oder Auskuppeln der elektromagnetischen Reibkupplung die Bildung von einer Änderung des magnetischen Flusses in dem Magnetkreis entgegenwirkenden Wirbelströmen in dem weichmagnetischen Werkstoff deutlich vermindert. Dennoch wird – vorzugsweise mit niedriglegierten FeSi-Blechen – ein niedriger magnetischer
15 Widerstand in den weichmagnetischen Komponenten erreicht, womit eine Änderung der Anpresskraft nur eine relativ kleine Änderung der magnetischen Energie erfordert. Die Reibkupplung ermöglicht dadurch eine hohe Verstell-
20 dynamik.

Die vorstehend genannte Aufgabe wird auch mit den Merkmalen des Patentanspruchs 3 gelöst. Bei dieser Lösung ist der Querschnitt des magnetischen Flusses in wenigstens einem Luftspalt mindestens fünf mal so groß ist wie der kleinste Flussquerschnitt in dem weichmagnetischen Werkstoff des Magnetkreises. Aufgrund dieser ungewöhnlich großen Luftspaltfläche vergrößert sich zwar das Volumen in dem Luftspalt entsprechend, jedoch nimmt gleichzeitig die Flussdichte im Luftspalt umgekehrt proportional zu der Volumenvergrößerung ab. Da sich die magnetische Energie im Luftspalt quadratisch zur Flussdichte aber nur proportional zum Luftspaltvolumen verhält, ergibt sich insgesamt im Luftspalt eine geringe magnetische Energie. Auch bei dieser Lösung braucht also zum Verstellen der Reibkupplung nur eine kleine magnetische Energie im Luftspalt und somit auch im Magnetkreis aufgebaut bzw. abgebaut zu werden, was eine hohe Verstellodynamik ermöglicht. Unter einem Luftspalt wird ein vom magnetischen Fluss durchsetzter Spalt verstanden, in dem die magnetische Permeabilitätszahl etwa derjenigen von Luft entspricht. Der Luftspalt kann mit einem gasförmigen und/oder einem flüssigen Medium befüllt sein oder ein Vakuum enthalten. Bevorzugt ist der magnetische Fluss in beiden Luftspalten mindestens fünf mal so groß ist wie der kleinste Flussquerschnitt im magnetischen Kreis. Somit wird die magnetische Energie an den Stellen des Magnetkreises reduziert, an denen sie am größten und somit eine Reduzierung am wirkungsvollsten ist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Querschnitt des magnetischen Flusses in den Luftspalten mindestens sechs, gegebenenfalls

sieben, insbesondere acht und bevorzugt zehn mal so groß ist wie der kleinste Flussquerschnitt in dem weichmagnetischen Werkstoff. Die Reibkupplung ermöglicht dann eine noch größere Verstellodynamik.

- 5 Besonders vorteilhaft ist, wenn ein erstes Kupplungsteil mindestens zwei aufeinander zu- und voneinander wegbewegbare Klemmbacken aufweist, wenn ein zweites Kupplungsteil zwischen diesen Klemmbacken angeordnet ist, und wenn der weichmagnetische Werkstoff der Kupplungsteile derart angeordnet ist, dass der magnetische Fluss mindestens einmal von der einen Klemmbacke
- 10 durch das zweite Kupplungsteil zu der anderen Klemmbacke und gegebenenfalls von dieser zurück durch das zweite Kupplungsteil zu der zuerst genannten Klemmbacke wechselt. Es wird also jedes Mal, wenn der magnetische Fluss das zweite Kupplungsteil durchsetzt, an zwei beidseits des zweiten Kupplungsteils angeordneten Flussübergangsstellen ein Wechsel des magnetischen
- 15 Flusses von dem einen zu dem anderen Kupplungsteil erreicht. Somit lässt sich auf einfache Weise und bei geringem Bauraum eine große Anzahl von Flusswechseln und somit ein entsprechend große Anpress- oder Reibkraft der Kupplungsteile erreichen.
- 20 Vorteilhaft ist, wenn mindestens ein Kupplungsteil wenigstens einen nicht ferromagnetischen Träger aufweist, an dem mehrere voneinander beabstandete, jeweils mindestens zwei Flussübergangsstellen miteinander verbindende, aus dem weichmagnetischen Werkstoff gebildete Flussleitkörper angeordnet sind. Die einzelnen Flussleitkörper weisen dann quer zur Flussrichtung des

magnetischen Flusses einen hohen magnetischen Widerstand auf, so dass praktisch der gesamte Magnetfluss die Flussübergangsstellen durchsetzt. Die Reibkupplung ermöglicht dadurch eine noch größere Anpress- oder Reibkraft zwischen den Kupplungsteilen.

5

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung weisen die Flussleitkörper einen etwa U-förmigen Querschnitt auf und sind mit den freien Enden ihrer U-Schenkel den Flussübergangsstellen zugewandt. Dadurch ergibt sich ein kompakter Aufbau des weichmagnetischen Kreises. Außerdem ermöglichen die U-förmigen Flussleitkörper eine kostengünstige Herstellung des Kupplungsteils indem alle Flussleitkörper als einstückiges Umformteil vorgefertigt, dann eingegossen oder umspritzt und abschließend – z. B. mit einem Wasserstrahl – in zwei Hälften zerteilt werden.

10 Vorteilhaft ist, wenn sich die Flussleitkörper mit ihrem U-förmigen Querschnitt entlang mindestens einer zu einer Rotationsachse wenigstens eines der Kupplungsteile konzentrischen Kreisbahn erstrecken und vorzugsweise ringförmig um diese Rotationsachse umlaufen. Das Kupplungsteil mit den daran angeordneten Flussleitkörpern kann dann rotationssymmetrisch ausgebildet sein. Dabei ermöglicht die Reibkupplung einen gleichmäßigen, vom Verdrehwinkel der Kupplungsteile unabhängigen Reibungseingriff.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind mehrere Flussleitkörper auf zueinander etwa konzentrischen Kreisbahnen in unterschiedlichen

Abständen zur Rotationsachse angeordnet, wobei die Querschnittsfläche der Flussleitkörper in einer Ebene, die durch die Rotationsachse und eine Normale auf die Rotationsachse aufgespannt ist, mit zunehmendem Abstand von der Rotationsachse abnimmt, derart, dass in dem durch die Flussleitkörper gebil-

5 deten Abschnitt des Magnetkreises die magnetische Flussdichte in etwa konstant ist, und wobei dazu vorzugsweise die Anzahl der Schichten der Blechpakete der Flussleitkörper in radialer Richtung von innen nach außen abnimmt. Die Kupplungsteile weisen dann trotz einer guten magnetischen Leitfähigkeit nur eine relativ geringe Menge weichmagnetischen Werkstoff auf,

10 wodurch sich einerseits eine noch geringere magnetische Energie in dem Magnetkreis ergibt und andererseits aber auch ein kompakter Aufbau der Kupplungsteile mit geringer Massenträgheit ermöglicht wird.

Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung weisen die Kupplungs-

15 teile Reibbeläge auf, wobei der Reibbelag bei wenigstens einem Kupplungsteil zwischen den U-Schenkeln der Flussleitkörper angeordnet ist. Der Reibbelag besteht dabei vorzugsweise aus einem nicht ferromagnetischen Werkstoff, d. h. er erfüllt eine Doppelfunktion, nämlich einerseits die reibschlüssige Verbindung zwischen den Kupplungsteilen herzustellen und andererseits die U-Schenkel

20 der Flussleitkörper quer zu ihrer Erstreckungsrichtung magnetisch gegeneinander zu isolieren.

Vorteilhaft ist, wenn das zweite Kupplungsteil als zwischen den Klemmbacken angeordnete dünne Scheibe ausgebildet ist, die vorzugsweise Schlitze auf-

weist, die sich in dem weichmagnetischen Werkstoff in mehreren Reihen nebeneinander vorzugsweise auf zu der Rotationsachse etwa konzentrischen Kreisbahnen erstrecken, wobei in den Schlitzen gegebenenfalls ein Reibbelag angeordnet ist. Auch bei dieser Anordnung besteht der Reibbelag bevorzugt

5 aus einem nicht ferromagnetischen Werkstoff, der einerseits dazu dient, die reibschlüssige Verbindung zwischen den Kupplungsteilen herzustellen, und andererseits die in radialer Richtung zwischen den Schlitzen befindlichen Stege des weichmagnetischen Werkstoffs magnetisch gegeneinander zu isolieren.

- 10 Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung weisen die Schlitze Unterbrechungen auf, an denen die Stege durch aus dem weichmagnetischen Werkstoff gebildete, vorzugsweise etwa radial zur Rotationsachse verlaufende Querstege miteinander verbunden sind. Das scheibenförmige zweite Kupplungsteil ist dann kostengünstig durch einen Stanzvorgang beispielsweise aus
- 15 einer Blechtafel herstellbar. Dabei können die Stege und Querstege der Scheibe gleich in einer vorgesehen Lage zueinander angeordnet und miteinander verbunden sein. Gegebenenfalls ist es sogar denkbar, dass das zweite Kupplungsteil mindestens zwei auf diese Weise hergestellte Lagen aus dem weichmagnetischen Werkstoff aufweist, die zu einem Schichtstapel miteinander
- 20 verbunden sind, beispielsweise durch Klebstoff. Dabei sind die Querstege zueinander benachbart aufeinanderfolgender Lagen vorzugsweise in Umfangsrichtung des Kupplungsteils zueinander versetzt, um eine hohe mechanische Festigkeit des Kupplungsteils zu ermöglichen.

Vorteilhaft ist, wenn der Elektromagnet mit ortsfester Spule ausgebildet ist, und wenn die Kupplungsteile auf einer gemeinsamen Welle relativ zur Spule und relativ zueinander verdrehbar gelagert sind. Die Spule kann dann auf einfache Weise über entsprechende Leiterbahnen mit elektrischem Strom versorgt werden. Die jeweils relativ zur Spule verdrehbar gelagerten Kupplungsteile drehen sich bei eingerückter oder eingekuppelter Reibkupplung gemeinsam um die Rotationsachse und können bei ausgerückter oder ausgekuppelter Reibkupplung gegeneinander verdreht werden. Dabei ist es sogar möglich, durch entsprechendes Bestromen der Spule den Reibschluss nur kurzzeitig zu unterbrechen, um die beiden Kupplungsteile um einen vorgegebenen Winkel, der zum Beispiel zwischen Null und 60 Grad betragen kann, gegeneinander zu verdrehen. Gegebenenfalls ist es auch möglich, dass eines der Kupplungsteile drehfest mit der Spule verbunden ist. In diesem Fall kann das sich relativ zum Gehäuse der elektrischen Maschine drehende andere Kupplungsteil durch Schließen der Reibkupplung abgebremst werden. Erwähnt werden soll noch, dass die Reibkupplung auch bei einem Zweimassenschwungrad zur Anwendung kommen kann, wobei das eine Kupplungsteil mit der einen Masse und das andere Kupplungsteil mit der anderen Massen des Zweimassenschwungrades verbunden ist. Durch Schließen der Reibkupplung können dann Schwingungen, welche die beiden Massen relativ zueinander um eine Welle ausführen, gezielt gedämpft werden.

Die beiden Luftspalte sind bevorzugt derart angeordnet, dass sie etwa radial zur Rotationsachse vom magnetischen Fluss durchsetzt werden. Die zwischen den

Kupplungsteilen und dem stationären Kern an den beiden Luftspalten wirkenden Magnetkräfte werden in den Bauteilen aufgenommen und belasten nicht die Lager.

- 5 Vorteilhaft ist, wenn die Klemmbacken durch eine Verzahnung oder dergleichen Führungselement bezüglich der Rotationsachse drehfest, aber axial verschiebbar miteinander verbunden sind. Dadurch wird eine noch bessere Übertragung der Reibkräfte zwischen den Kupplungsteilen ermöglicht. Außerdem wird erreicht, dass sich die beiden Klemmbacken stets in der gleichen Drehlage
- 10 relativ zueinander befinden.

- Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist eines der Kupplungsteile drehfest mit einer Welle, insbesondere einer Nockenwelle eines Verbrennungsmotors, verbunden und das andere Kupplungsteil als Rad
- 15 ausgebildet ist, dass an seinem Außenumfang eine Angriffsstelle für einen Riemen, eine Kette oder dergleichen Zugmittel aufweist, das vorzugsweise mit einer Kurbelwelle des Verbrennungsmotors in Antriebsverbindung steht. Dabei macht sich diese Ausführungsform der Erfindung zu Nutze, dass beim Betrieb eines Verbrennungsmotors die sich proportional zur Kurbelwelle drehende
- 20 Nockenwelle Schwingungen um ihre Rotationsachse aufweist, die über das Zugmittel von der Kurbelwelle auf die Nockenwelle übertragen werden. Diese Schwingungen können genutzt werden, um die Nockenwelle um einen definierten Winkel relativ zu der Kurbelwelle zu verdrehen, wenn die Drehmomentübertragung zwischen den Kupplungsteilen ähnlich wie bei einem Freilauf nur

eine Halbwelle der Momentenschwingung für den Verstellvorgang ausnutzt. Die Erfindung kann in entsprechender Weise auch für andere Systeme verwendet werden, die eine Hauptwelle und mindestens eine sich proportional zur Hauptwelle drehende Nebenwelle aufweisen, um Haupt- und Nebenwelle relativ zueinander zu verdrehen.

Vorteilhaft ist, wenn in dem magnetischen Kreis mindestens ein Permanentmagnet zur Erzeugung eines magnetischen Flusses angeordnet ist, und wenn der Elektromagnet zur Schwächung und/oder Verstärkung des von dem mindestens einen Permanentmagnet in dem magnetischen Kreis erzeugten magnetischen Fluss ausgebildet ist. Bei Anwendungen, bei denen die Reibkupplung nur kurz gelöst wird, wie z. B. beim Verdrehen einer Nockenwelle eines Verbrennungsmotors relativ zu einer Kurbelwelle, kann durch diese Maßnahme die Stromaufnahme der Spule des Elektromagneten reduziert werden, d. h. die Spule braucht im Wesentlichen nur in der ausgerückten Position der Kupplungsteile bestromt zu werden, während bei eingerückten Kupplungsteilen der magnetische Fluss im Magnetkreis von dem (den) Permanentmagnet(en) aufgebracht wird.

Besonders vorteilhaft ist, wenn der Querschnitt des magnetischen Flusses in dem Permanentmagnet mindestens sechs, gegebenenfalls sieben, insbesondere acht und bevorzugt zehn mal so groß ist wie der kleinste Flussquerschnitt in dem weichmagnetischen Werkstoff. Der Permanentmagnet kann vorteilhaft als dünne kunststoffgebundene Schicht aufgebaut sein und dann in einem Arbeits-

punkt betrieben werden, in dem sein Energieprodukt relativ groß ist und insbesondere dem maximalen Energieprodukt des Permanentmagneten entspricht.

- 5 Zweckmäßigerweise ist der mindestens eine Permanentmagnet zwischen dem weichmagnetischen Werkstoff und wenigstens einem Luftspalt angeordnet, derart, dass er mit seinem einen Magnetpol dem Luftspalt und mit seinem anderen Magnetpol dem weichmagnetischen Werkstoff zugewandt ist. Dadurch ergibt sich ein kompakt aufgebauter Magnetkreis. Der Magnetpol kann zwischen dem weichmagnetischen Werkstoff und dem Luftspalt als Beschichtung
10 aufgebracht sein.

- Die vorstehend genannte Aufgabe wird auch mit den Merkmalen des Patentanspruchs 20 gelöst. Dieser sieht vor, dass ein Geberelement derart mit den
15 Kupplungsteilen verbunden ist, dass es bei einem Verdrehen der Kupplungsteile relativ zueinander relativ zu beiden Kupplungsteilen bewegt, und dass zur indirekten Messung des Verdrehwinkels zwischen den Kupplungsteilen ein Sensor zur Lageerfassung des Geberelements vorgesehen ist. In vorteilhafter Weise wird dadurch auch dann, wenn sich beide Kupplungsteile in Rotations-
20 bewegung befinden, auf einfache Weise und mit großer Präzision eine Messung des Verdrehwinkels ermöglicht. Dabei kann der Sensor sogar ortsfest angeordnet sein. Somit kann eine umständliche und aufwendige Bestimmung des Verdrehwinkels durch Erfassung der Drehzahl oder der Winkelgeschwindigkeit der beiden Kupplungsteile und Integration der entsprechenden Messsig-

nale umgangen werden. Die aus dem Geberelement und dem Sensor gebildete Messvorrichtung und eine verstellbare Stromquelle zum Bestromen der Spule des Elektromagneten können Teil eines Regelkreises zur Einstellung eines vorgegebenen oder vorgebbaren Verdrehwinkels zwischen den Kupplungsteilen
5 sein. Bei einer in Verbindung mit einem Verbrennungsmotor eingesetzten Reibkupplung ist es sogar möglich, dass der Regelkreis mit einer Motorsteuerung des Verbrennungsmotors gekoppelt ist.

Vorteilhaft ist, wenn das Geberelement jeweils über eine Schiebeführung
10 verschiebbar mit den einzelnen Kupplungsteilen verbunden ist, wenn die Schiebrichtungen der Schiebeführungen derart schräg zueinander verlaufen, dass sich das Geberelement auf die Kupplungsteile zu- oder von diesen wegbewegt,, wenn die Kupplungsteile relativ zueinander verdreht werden, und wenn der Sensor zur Messung des Verschiebewegs des Geberelements
15 vorzugsweise als Abstandssensor ausgebildet ist. Dabei kann der Sensor insbesondere ein kostengünstiger induktiver Axialwegsensor sein.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist wenigstens eine Schiebeführung derart ausgebildet, dass ihr Verschiebeweg entlang einer wendelförmigen, zur
20 Rotationsachse wenigstens eines der Kupplungsteile coaxialen Bahnkurve verläuft, und dass die an dem anderen Kupplungsteil angeordnete Schiebeführung vorzugsweise als Linearführung ausgebildet ist, deren Verschiebeweg in Erstreckungsrichtung der Rotationsachse verläuft. Die Schiebeführung mit dem wendelförmigen Verschiebeweg kann dann kostengünstig durch mindestens

einen an einem ersten Führungsteil vorgesehenen Vorsprung realisiert sein, der in eine wendelförmige Nut eines zweiten Führungsteils eingreift. Dabei kann eines dieser Führungsteile mit einem Kupplungsteil und das andere mit dem Geberelement verbunden sein.

5

Zweckmäßigerweise ist der Positionsgeber als Ringelement ausgebildet, das etwa konzentrisch zu einer Rotationsachse wenigstens eines Kupplungsteils angeordnet ist. Die aus dem Positionsgeber und dem Sensor gebildete Messanordnung ermöglicht dann während der Rotationsbewegung der Kupplungsteile eine kontinuierliche Erfassung des Verdrehwinkels zwischen den Kupplungsteilen.

10

Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

15

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine elektromagnetische Reibkupplung mit zwei relativ zu einander verdrehbaren Kupplungsteilen, die von einem magnetischen Fluss durchsetzt werden, der in den Kupplungsteilen in einem weichmagnetischen Werkstoff geführt ist,

20

Fig. 2 einen Querschnitt durch eine elektromagnetische Reibkupplung, bei welcher der weichmagnetische Werkstoff geblecht ausgebildet ist, wobei die Reibkupplung einen Sensor zur Erfassung eines Verdreh-

winkels, um den die Kupplungsteilen relativ zueinander verdreht sind, aufweist,

Fig. 3 eine Aufsicht auf ein scheibenförmig ausgebildetes Kupplungsteil
5 einer elektromagnetischen Reibkupplung und

Fig. 4 ein Geberelement des Winkelsensors, das eine Nut aufweist, in die
ein Vorsprung eines Kupplungsteils eingreift, wobei das Kupplungsteil
nur im Bereich des Vorsprungs dargestellt ist.

10

Eine im Ganzen mit 1 bezeichnete elektromagnetische Reibkupplung weist ein
erstes Kupplungsteil 2 und ein relativ dazu verdrehbar gelagertes zweites
Kupplungsteil 3 auf, die auf einer Welle 4 angeordnet sind, die beispielsweise
die Nockenwelle eines Verbrennungsmotors sein kann. In Fig. 1 und 2 ist
15 erkennbar, dass das zweite Kupplungsteil 3 über eine Konushülse 5 drehfest
mit der Welle 4 verbunden ist. Die Konushülse 5 ist mittels einer Zentralschrau-
be 6, die mit einer stirnseitig in der Welle 4 angeordneten Gewindebohrung
verschraubt ist, mit seiner Innenkonusfläche gegen eine Außenkonusfläche der
Welle 4 gespannt. In Fig. 2 ist erkennbar, dass zwischen der Zentralschraube 6
20 und der Stirnseite der Konushülse eine Unterlegscheibe 7 angeordnet ist. Das
erste Kupplungsteil 2 ist über ein am Außenumfang der Konushülse 5 angeord-
netes, Nadelrollen aufweisendes erstes Wälzlager 8 um die Achse der Welle 4
verdrehbar mit dieser verbunden. Axial beidseits des Wälzlagers 8 sind bei dem
Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 Anlaufscheiben 9 angeordnet.

Das erste Kupplungsteil 2 hat zwei axial zur Welle 4 aufeinander zu- und voneinander wegbewegbare Klemmbacken 10a, 10b. Eine äußere Klemmbacke 10a ist ringförmig ausgebildet und weist in einer durch die Rotationsachse 11 der Welle 4 und einer Normalen auf diese Welle aufgespannten Durchmessenerebene, die beispielsweise die Zeichenebene in Fig. 1 und 2 sein kann, einen etwa U-förmigem Ringquerschnitt auf. Ein innerer U-Schenkel der äußeren Klemmbacke 10a ist gegen das Wälzlager 8 derart abgestützt, dass die äußere Klemmbacke 10a in axialer Richtung auf der Welle 4 fixiert ist. An seinem Außenumfang hat die äußere Klemmbacke 10a eine Angriffsstelle für ein in der Zeichnung nicht näher dargestelltes Zugmittel, das beispielsweise ein von einer Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors angetriebener Zahnriemen sein kann, der mit einer am Außenumfang der Klemmbacke 10a vorgesehenen Verzahnung in Eingriff steht.

Zwischen den U-Schenkeln der äußeren Klemmbacke 10a ist eine innere Klemmbacke 10b angeordnet, die ebenfalls ringförmig ausgebildet und etwa konzentrisch zur Klemmbacke 10a angeordnet ist. Die innere Klemmbacke 10b weist in der Zeichenebene einen etwa U-förmigen Ringquerschnitt auf und ist derart in der äußeren Klemmbacke 10a angeordnet, dass die U-Schenkel der inneren Klemmbacke 10b mit ihren freien Enden in die selbe Richtung weisen wie die U-Schenkel der äußeren Klemmbacke 10a. Die innere Klemmbacke 10b ist über ein zweites, als Kugellager ausgebildetes Wälzlager mit einem feststehenden weichmagnetischen Kern 12 eines Elektromagneten um die Rotations-

achse 11 verdrehbar und in Richtung der Rotationsachse 11 auf den weichmagnetischen Kern 12 zu- und von diesem wegbewegbar verbunden. Der stationäre Kern 11 wird von einer in der Zeichnung nicht näher dargestellten Halterung getragen, die beispielsweise am Motorblock eines Verbrennungsmotors befestigt sein kann.

Wie in Fig. 2 erkennbar ist, sind die Klemmbacken durch an ihren äußeren Schenkelteilen vorgesehene, miteinander in Einriff stehende Verzahnungen 13 drehfest miteinander verbunden, derart, dass die innere Klemmbacke 10b in axialer Richtung etwas auf der Welle 4 verschiebbar und dadurch auf die äußere Klemmbacke 10a zu- und von dieser wegbewegbar ist. In einer eingerückten Position der inneren Klemmbacke 10b ist das zweite Klemmteil 3 zwischen dieser und der äußeren Klemmbacke 10a durch eine von einem die Kupplungsteile 3, 4 durchsetzten magnetischen Fluss bewirkte Klemmkraft festgeklemmt. Die Klemmkraft ist derart bemessen, dass die Klemmbacken 10a, 10b schlupffrei miteinander in Reibungseingriff stehen. In einer ausgerückten Position sind die Kupplungsteile 3, 4 gegeneinander verdrehbar.

Der magnetische Fluss wird durch einen Permanentmagneten 14 erzeugt, der in einem Magnetkreis angeordnet ist, welcher die beiden Klemmbacken 10a, 10b des ersten Kupplungsteils 3, das zweite Kupplungsteil 3, den stationären Kern 12 und zwei zwischen dem stationären Kern 12 und dem zweiten Kupplungsteil 3 angeordnete Luftspalte 15 durchsetzt. Der stationäre Kern 12 und die den magnetischen Fluss führenden Bereiche der Kupplungsteile 3 bestehen aus

einem weichmagnetischen Werkstoff. In der oberen Hälfte von Fig. 1 sind der magnetische Fluss durch eine Flusslinie 16 und die Flussrichtung durch Pfeile angedeutet.

- 5 Der zum Ein- und Ausrücken der Reibkupplung 1 vorgesehene Elektromagnet weist an dem weichmagnetischen Kern 12 eine Spule 17 auf, die in Umfangsrichtung in mehreren Windungen um die Rotationsachse 11 umläuft. Die Spule 17 ist über in der Zeichnung nicht näher dargestellte elektrischen Anschlussleitungen derart bestrombar, dass sie ein zu dem Magnetfeld des
- 10 Permanentmagneten 13 entgegengesetztes Magnetfeld erzeugt, das den magnetischen Fluss in dem Magnetkreis zumindest soweit abschwächt, dass die durch den Fluss bewirkte Kraft, welche die Klemmbacken 10a, 10b gegen das zweite Kupplungsteil 3 drückt, derart reduziert ist, dass zwischen den Kupplungsteilen 2, 3 Schlupf auftritt. Der magnetische Fluss des Permanent-
- 15 magneten 13 ist so dimensioniert, dass bei unbestromter Spule 17 die Kupplungsteile 2, 3 die angreifenden Drehmomente aufeinander übertragen.

Der magnetische Fluss ist den Kupplungsteilen 2, 3 derart geführt, dass er bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 an zwölf und bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 an zwanzig in Flussrichtung hintereinander angeordneten Flussübergangsstellen zwischen den Kupplungsteilen 2, 3 wechselt. Dabei verläuft der magnetische Fluss jeweils mehrmals hintereinander von der einen Klemmbacke 10a durch das zweite Kupplungsteil 3 zu der anderen Klemmbacke 10b und danach von dieser zurück durch das zweite Kupplungsteil 3 zu der

20

zuerst genannten Klemmbacke 10a, 10b. Für das Aufbringen der Klemmkraft an den Klemmbacken 10a, 10b wird deshalb nur eine relativ kleine magnetische Energie in dem Magnetkreis benötigt.

- 5 In Fig. 1 und 2 ist erkennbar, dass die Klemmbacken des ersten Kupplungs-
teils² jeweils einen Träger 25a, 25b aufweist, der aus einem nicht ferromagneti-
schen Material, wie z. B. Aluminium besteht, an dem mehrere voneinander
beabstandete weichmagnetische Flussleitkörper 18a, 18b, 18c angeordnet sind,
von denen die Flussleitkörper 18a jeweils einen der Luftspalte 15 mit einer
10 Flussübergangsstelle und die Flussleitkörper 18b, 18c jeweils zwei radial zur
Rotationsachse 11 nebeneinander angeordnete, von einander beabstandete
Flussübergangsstellen etwa U-förmig miteinander verbinden. Deutlich ist
erkennbar, dass die Flussleitkörper 18b, 18c mit den freien Enden ihrer
U-Schenkel jeweils dem zweiten Kupplungsteil 3 zugewandt sind. Die Flussleit-
15 körper 18b, 18c sind ringförmig ausgebildet und laufen etwa konzentrisch zur
Rotationsachse 11 in mehreren quer zur Rotationsachse 11 voneinander
beabstandeten Reihen um die Rotationsachse 11 um. Insgesamt ergibt sich
dadurch ein Magnetflussverlauf, der in Flussrichtung einander abwechselnde
Rechts- und Linkskrümmungen aufweist, wobei die nach rechts gekrümmten
20 Flussleitkörper 18b jeweils in der einen Klemmbacke 10a, 10b und die nach
links gekrümmten Flussleitkörper 18c jeweils in der anderen Klemmbacke
10b10a angeordnet sind. Auch die Flussleitkörper 18a sind ringförmig ausgebil-
det und konzentrisch zur Rotationsachse 11 angeordnet.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist erkennbar, dass die Flussleitkörper 18b, 18c jeweils in das nicht ferromagnetische Trägermaterial 25a, 25b der Klemmbacken 10a, 10b eingelassen oder eingebettet sind. Zwischen den U-Schenkeln der einzelnen Flussleitkörper sind Zwischenräume vorgesehen, die mit einem nicht ferromagnetischen Reibbelag befüllt sind.

In Fig. 3 ist erkennbar, dass das zweite Kupplungsteil 3 als dünne Scheibe ausgebildet ist, die in dem weichmagnetischen Werkstoff Schlitze 19 aufweist, die in mehreren Reihen nebeneinander angeordnet sind und entlang von Kreisbahnen verlaufen, die etwa konzentrisch zur Rotationsachse 11 angeordnet sind. Zwischen den Schlitten 19 sind weichmagnetische Stege gebildet, die um die Rotationsachse 11 umlaufen und in radialer Richtung voneinander beabstandet sind. Weiter ist erkennbar, dass die Schlitze 19 Unterbrechungen aufweisen, an denen die Stege durch weichmagnetische, etwa radial zur Rotationsachse 11 verlaufende Querstege miteinander verbunden sind. Die Schlitze 19 sind mit einem Reibbelag befüllt, der in Schließstellung der Reibkupplung 1 mit den Reibbelägen der Klemmbacken 10a, 10b zusammenwirkt.

Die Luftspalte 15 zwischen dem stationären Kern 12 und den Flussleitkörpern 18a laufen in Umfangsrichtung konzentrisch um die Rotationsachse 11 um. Wie in Fig. 1 besonders gut erkennbar ist, werden die Luftspalte radial vom magnetischen Fluss durchsetzt. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist der Querschnitt des magnetischen Flusses in beiden Luftspalten 15 jeweils mindestens fünf mal so groß ist wie der kleinste Flussquerschnitt in dem

weichmagnetischen Werkstoff des Magnetkreises. In den Luftspalten ist dadurch auch bei unbestromter Spule 17 nur eine geringe magnetische Energie gespeichert. Somit ergibt sich eine entsprechend große Verstellodynamik der Rutschkupplung 1. Der Permanentmagnet 14 ist am Luftspalt angeordnet. Der

5 Querschnitt des magnetischen Flusses im Permanentmagnet beträgt mindestens ein Mehrfaches des kleinsten Flussquerschnitts in den Komponenten des Magnetkreises. Dadurch wird eine niedrige Flussdichte im Permanentmagneten erreicht und der Permanentmagnet kann nahe des maximalen Energieprodukts betrieben werden.

10

Bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der weichmagnetische Werkstoff des Magnetkreises als Blechpaket mit quer zur Flussrichtung elektrisch gegeneinander isolierten Schichten ausgebildet ist. Deutlich ist erkennbar, dass an den Klemmbacken 10a, 10b die Querschnittsfläche der Flussleitkörper 18b, 18c in der Zeichenebene mit zunehmendem Abstand von der Rotationsachse 11 abnimmt. Dies wird dadurch erreicht, dass die Anzahl der Schichten der Blechpakete der Flussleitkörper 18b, 18c in radialer Richtung von innen nach außen abnimmt. Durch diese Maßnahme ist in dem durch die Flussleitkörper 18b, 18c gebildeten Abschnitt des Magnetkreises die magnetische

15

20 Flussdichte in etwa konstant, d. h. der nach außen hin abnehmende Querschnitt des weichmagnetischen Materials wird durch den nach außen hin zunehmenden Umfang der ringförmigen Flussleitkörper 18b, 18c hinsichtlich der Querschnittsfläche der Flussleitkörper 18b, 18c in etwa kompensiert.

In Fig. 2 und 4 ist erkennbar, dass die Reibkupplung 1 ein Geberelement 20 aufweist, das als konzentrisch zur Rotationsachse 11 angeordnetes Ringelement ausgebildet ist. Der Ringquerschnitt des Geberelements 20 ist in einer durch die Rotationsachse 11 und eine Normale auf die Rotationsachse 11 aufgespannten Ebene etwa L-förmig mit zwei Schenkelteilen ausgebildet, wobei das eine Schenkelteil etwa die Form einer zur Rotationsachse 11 konzentrischen Hülse 26 und das andere Schenkelteil als Ringflansch 27 ausgebildet ist, der mit seiner Flanschebene etwa rechtwinklig zur Rotationsachse 11 angeordnet ist. Das Geberelement 20 ist über eine erste, an der Hülse 26 angeordnete Schiebeführung in Richtung der Rotationsachse 11 verschiebbar mit der äußeren Klemmba-
cke 10a des ersten Kupplungsteils 2 und über eine zweite Schiebeführung 28 schräg zur Verschieberichtung der ersten Schiebeführung mit dem zweiten Kupplungsteil 3 verbunden, derart, dass sich bei einem Verdrehen der Kupplungsteile 2, 3 relativ zueinander das Geberelement 20 axial auf der Welle 4 verschiebt. Zur indirekten Messung des Verdrehwinkels zwischen den Kupplungsteile 2, 3 ist ein Sensor 21 zur Lageerfassung des Geberelements vorgesehen, der bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 als induktiver Abstandssensor ausgebildet ist.

Die erste Schiebeführung ist als Linearführung ausgebildet und weist an dem Geberelement 20 eine Verzahnung 29 auf, deren Zähne parallel zur Rotationsachse 11 verlaufen und mit einer dazu passenden, an dem zweiten Kupplungsteil 3 angeordneten Gegenverzahnung 22 in Eingriff steht. Mit Hilfe der

ersten Schiebeführung ist das Geberelement 20 axial verschiebbar und drehfest mit dem zweiten Kupplungsteil 3 und somit auch der Welle 4 verbunden.

Wie in Fig. 4 besonders gut erkennbar ist, weist die zweite Schiebeführung an dem Geberelement 20 eine Nut 23 auf, die sich entlang einer wendelförmigen Bahnkurve erstreckt, die coaxial zur Rotationsachse 11 verläuft. An der inneren Klemmbacke 10b des ersten Kupplungsteils ist ein zu der Nut 23 passender Vorsprung 24 vorgesehen, der in der Nut 23 geführt und entlang der wendelförmigen Bahnkurve relativ zu dem Geberelement 20 verschiebbar ist.

Die mit der Anmeldung eingereichten Patentansprüche sind Formulierungsvorschläge ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Patentschutzes. Die Anmelderin behält sich vor, noch weitere, bisher nur in der Beschreibung und/oder Zeichnungen offenbarte Merkmalskombination zu beanspruchen.

In Unteransprüchen verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbstständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Da die Gegenstände der Unteransprüche im Hinblick auf den Stand der Technik am Prioritätstag eigene und unabhängige Erfindungen bilden können, behält die Anmelderin sich vor, sie zum Gegenstand unabhängiger Ansprüche oder Teil-

lungserklärungen zu machen. Sie können weiterhin auch selbstständige Erfindungen enthalten, die eine von den Gegenständen der vorhergehenden Unteransprüche unabhängige Gestaltung aufweisen.

- 5 Die Ausführungsbeispiele sind nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung zahlreiche Abänderungen und Modifikationen möglich, insbesondere solche Varianten, Elemente und Kombinationen und/oder Materialien, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den in der allgemeinen
- 10 Beschreibung und Ausführungsformen sowie den Ansprüchen beschriebenen und in den Zeichnungen enthaltenen Merkmalen bzw. Elementen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie
- 15 Herstell-, Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

LuK Lamellen und Kupplungsbau
Beteiligungs KG
Industriestrasse 3
77815 Bühl

0807 DE

Zusammenfassung

5 Eine elektromagnetische Reibkupplung hat wenigstens zwei relativ zueinander verdrehbar gelagerte, aufeinander zu- und voneinander wegbewegbare Kupplungsteile, die in Gebrauchstellung mit einer Anpresskraft aneinander anliegen. Die Kupplungsteile sind in einem Magnetkreis angeordnet, der in den Kupplungsteilen in einem geblechten weichmagnetischen Werkstoff geführt ist. In dem Magnetkreis ist ein Elektromagnet angeordnet, der einen weichmagnetischen Kern und eine Spule aufweist. Zwischen dem weichmagnetischen Kern und wenigstens einem der Kupplungsteile weist der Magnetkreis Luftspalte auf. Die Flussdichte im Magnetkreis und damit die Anpresskraft ist über die Bestromung der Spule veränderbar. Der magnetische Fluss wechselt an mindestens zehn in Flussrichtung hintereinander angeordneten Flussübergangsstellen zwischen den Kupplungsteilen. Der Querschnitt des magnetischen Flusses ist in wenigstens einem Luftspalt mindestens fünf mal so groß ist wie der kleinste Flussquerschnitt in dem weichmagnetischen Werkstoff.

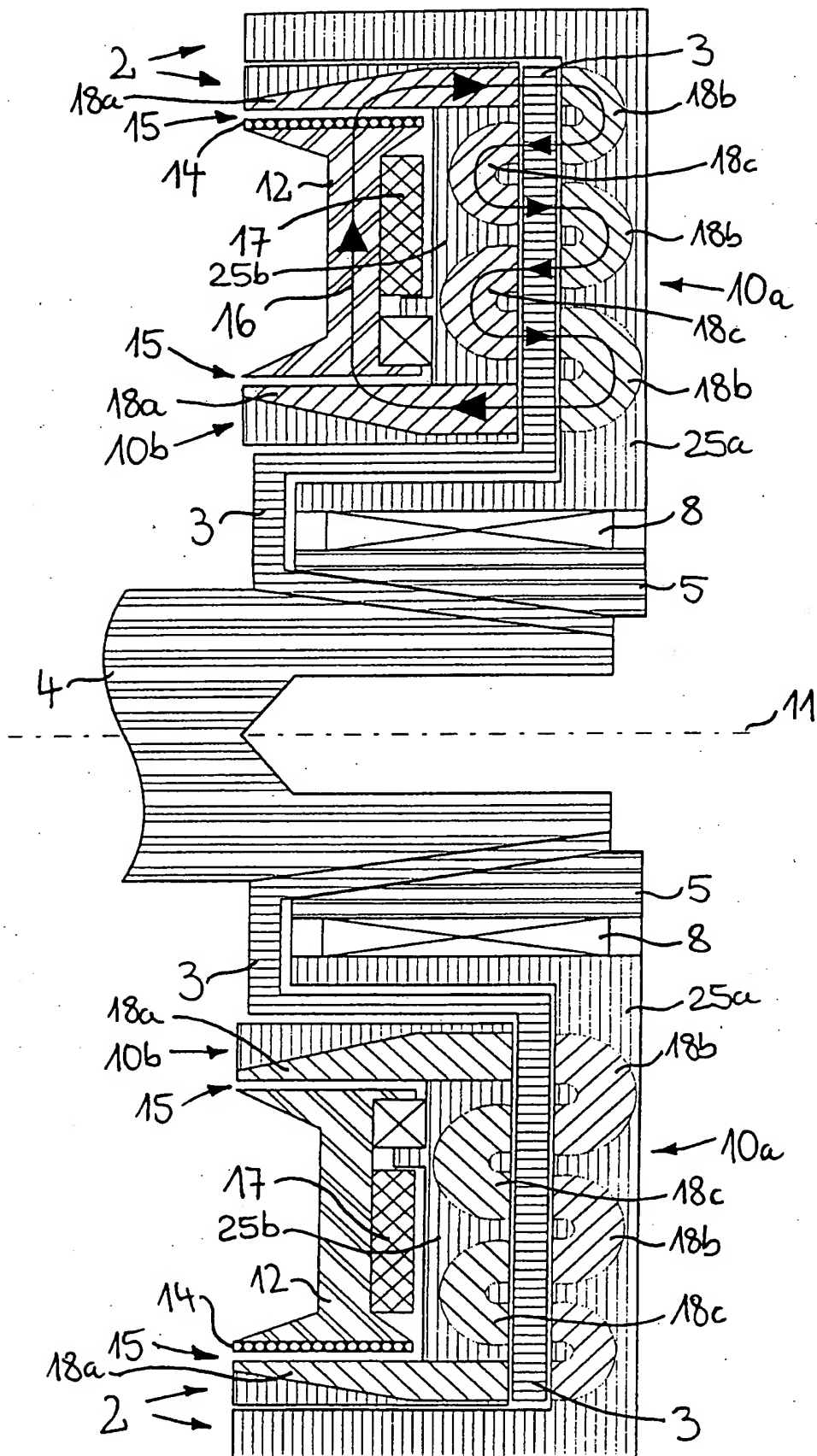
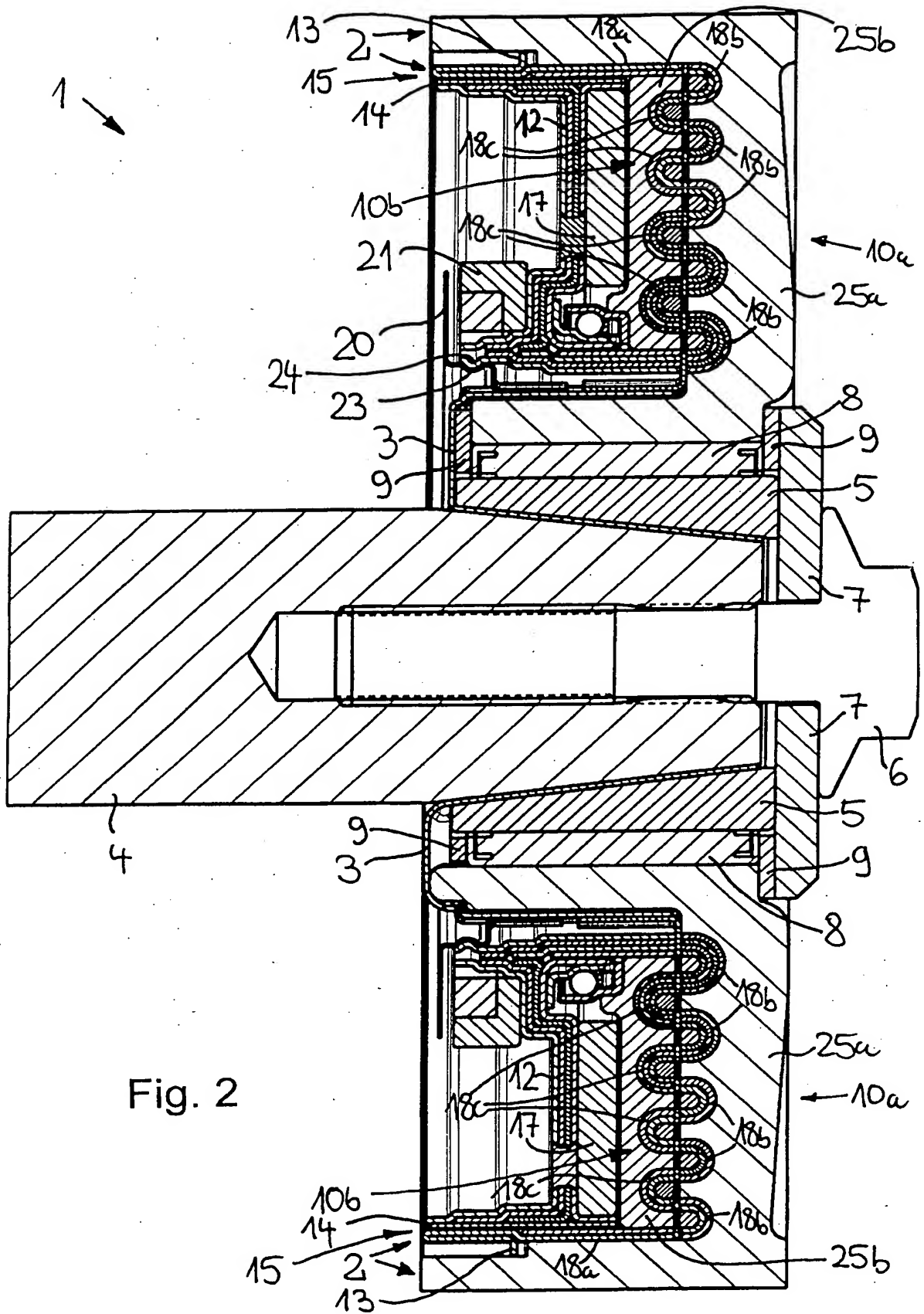


Fig. 1



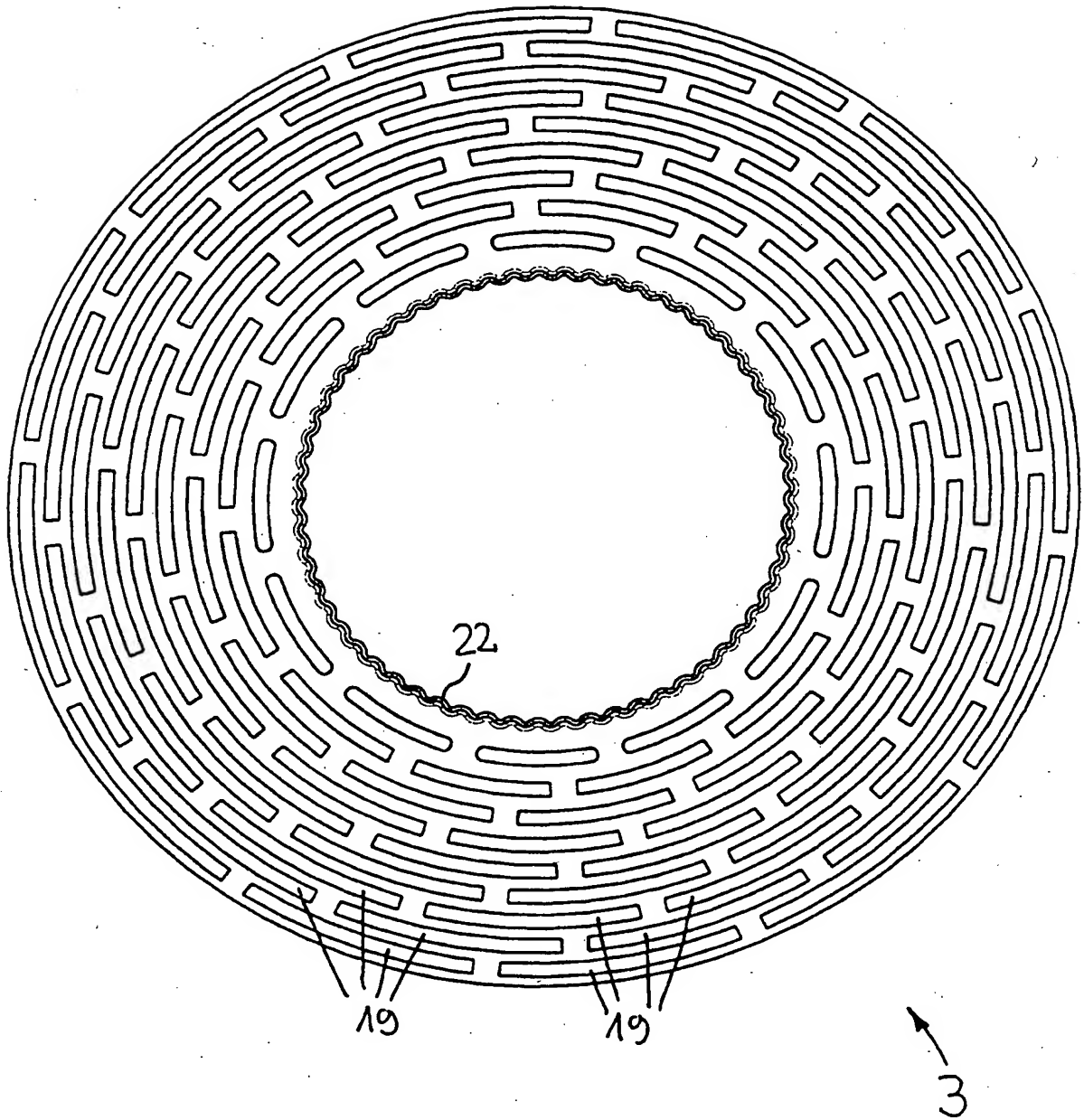


Fig. 3

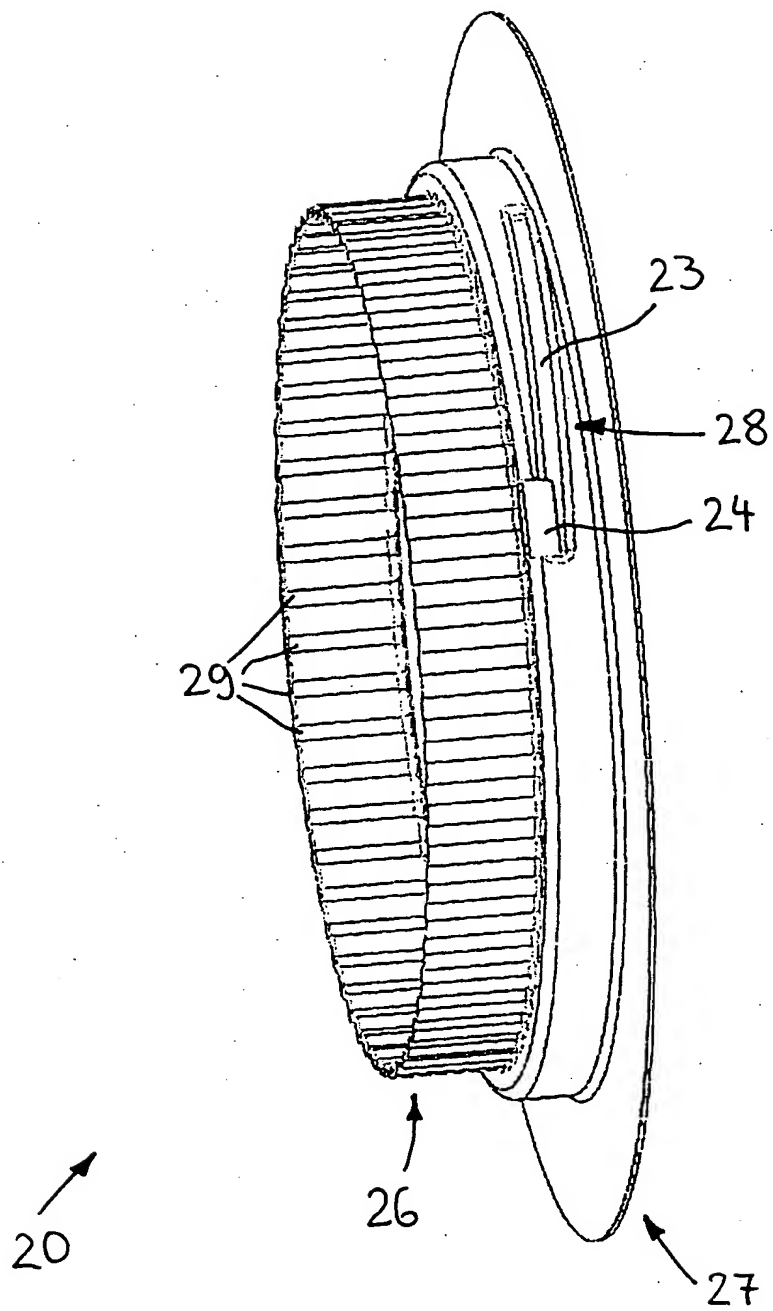


Fig. 4